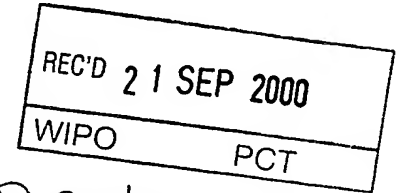


## BUNDEREPUBLIK DEUTSCHLAND



EP 00107210

4

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

199 37 988.2

10/049243

Anmeldetag:

11. August 1999

Anmelder/Inhaber:

Ficht GmbH & Co KG,  
Kirchseeon/DE

Bezeichnung:

Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen  
von fließfähigen Medien, insbesondere von  
Fluiden

IPC:

F 04 B, F 02 M, B 05 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.München, den 17. August 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Joos!

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

**Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen von fließfähigen Medien, insbesondere von Fluiden**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen von fließfähigen Medien, insbesondere Fluiden, welche nach dem Energiespeicherprinzip arbeitet und als elektromagnetisch angetriebene Hubkolbenpumpe ausgebildet ist.

Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der WO 96/34196 bekannt. Diese Einspritzvorrichtungen arbeiten nach dem Festkörper-Energiespeicherprinzip und weisen einen von einem Ankerzylinder umgrenzten Ankerraum auf, in dem als Antriebseinrichtung eine Ankereinrichtung axial verschieblich lagert. Der Ankerzylinder ist von einer Magnetspule umgeben, welche elektrisch angesteuert das für den Antrieb der Ankereinrichtung notwendige Magnetfeld erzeugt. Der Ankerzylinder umfaßt axial aufeinanderfolgend zwei Ankerzylinderhülsen, zwischen denen ein Ringelement aus einem magnetischen Nichtleiter sitzt. Die Ankereinrichtung weist ein axial verschiebliches Förderkolbenrohr und ein darauf befestigtes Ankerelement auf. Das Ankerelement sitzt mit radialen Spiel im Ankerzylinder. Der Spielspalt stellt einen den Magnetfluß schwächenden magnetischen Widerstand dar und wird als sogenannter parasitärer Spalt bezeichnet.

Die Ankereinrichtung nimmt im Betrieb während einer nahezu widerstandslosen Beschleunigungsphase kinetische Energie auf, wobei die widerstandslose Beschleunigungsphase durch ein einen Druckraum abschließendes Ventil erfolgt, wodurch das im Druckraum eingeschlossene abzuspritzende Fluid durch die Ankereinrichtung einen Druckstoß erfährt, welcher sich in Form einer Druckwelle im Druckraum ausbreitet. Die Druckwelle bewirkt ein Öffnen eines den Druckraum anderendig abschließenden federbelasteten Einspritzdüsenelementes, so daß das im Druckraum befindliche Fluid abgespritzt wird.

Nach dem Öffnen des Einspritzdüsenelements und dem Abspritzen des Fluids aufgrund des Druckstoßes wird die Ankereinrichtung, insbesondere deren Förderkolbenrohr im Druckraum weiterbewegt, wodurch eine Fortdauer des Abspritzvorgangs in Form eines verdrängenden Abspritzens erfolgt. Der Rückhub der Ankereinrichtung erfolgt mittels einer Druckfeder.

Derartige Fluideinspritzvorrichtungen haben sich z.B. als Kraftstoffeinspritzvorrichtungen für Brennkraftmaschinen, insbesondere für Zweitakt-Brennkraftmaschinen bewährt.

Die Entwicklungstendenzen im Bereich moderner Brennkraftmaschinen, insbesondere moderner Zweitaktbrennkraftmaschinen für Freizeitsportgeräte wie z.B. Personal- Watercrafts oder Schneemobile gehen aus Kosten- und Gewichtsgründen immer mehr hin zu größeren Zylinderhubräumen bei gleichbleibender oder sogar gesteigerter Nenndrehzahl und einer gleichzeitigen Verringerung der Zylinderzahl der Brennkraftmaschine.

Daraus resultieren für die Einspritzsysteme dieser Brennkraftmaschinen steigende Anforderungen hinsichtlich der Förderleistung pro Arbeitsspiel und auch hinsichtlich des Volumenstroms (= Fluidfördermenge pro Zeiteinheit).

Diese erhöhte Förderleistung pro Arbeitsspiel sowie der gesteigerte Volumenstrom kann zum Beispiel durch Vergrößerung der Elektromagnete erreicht werden, welche dann jedoch auch einen gesteigerten elektrischen Energiebedarf aufweisen. Dies zieht aber nicht nur zusätzliche Kosten für die größeren Elemente nach sich, sondern vor allem für leistungsstärkere Generatoren und Ansteuerschaltungen der Elektromagnete.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen von fließfähigen Medien, insbesondere von Fluiden zu schaffen, welche bei bestimmter bzw. vorgegebener elektrischer Energieversorgung und insbesondere auch bei bestimmten bzw. gegebenem Bauvolumen eine höhere Förderleistung pro Ar-

beitshub und einen höheren Volumenstrom des abgespritzten bzw. geförderten Fluids gewährleistet, also hinsichtlich des Wirkungsgrades verbessert ist.

Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Zur Begriffsdefinition zweier zueinander beweglicher Elemente, zwischen denen eine magnetische Kraft wirkt, werden im folgenden die Begriffe "Anker" und "Joch" verwendet, wobei das "Joch" das feststehende der beiden zueinander beweglichen Elemente meint und der "Anker" das aufgrund der Magnetkraft bezüglich des "Jochs" bewegte Element bezeichnet.

Die Arbeitsspaltfläche ist eine gedachte Fläche, welche sich durch eine radiale Projektion eines axialen Spaltes (Arbeitspalten) zwischen einem "Anker" und einen korrespondierenden "Joch" auf einen vorbestimmten Durchmesser ergibt.

Als "Leitelement" ist im folgenden ein Element gemeint, welches zur gezielten Leitung bzw. Führung des magnetischen Flusses dient.

Erfindungsgemäß wird eine Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen von fließfähigen Medien, insbesondere von Fluiden vorgesehen, welche nach dem Energiespeicherprinzip arbeitet und als elektromagnetisch angetriebene Hubkolbenpumpe mit zumindest einer Ankereinrichtung als Antriebselement ausgebildet ist und die Ankereinrichtung zumindest zwei Ankerelemente aufweist und den Ankerelementen magnetisch korrespondierende Jochelemente zugeordnet sind.

Im Rahmen der Erfindung wurde der Effekt genutzt, daß durch eine Vergrößerung der Arbeitsspaltfläche zwischen einem Anker und magnetisch korrespondierenden Joch eine höhere Energiemenge von dem durch eine Spule zur Verfügung gestellten magnetischen Feld

auf die Ankereinrichtung übertragbar ist.

Erfindungsgemäß wird eine Vergrößerung der Arbeitsspaltfläche auf besonders einfache Weise erzielt, wobei eine magnetische Reihenschaltung von zumindest zwei Ankerelementen zusammen mit jeweils korrespondierenden Jochelementen vorgesehen ist. Demgemäß ist z.B. eine Ankereinrichtung vorgesehen, welche eine Mehrzahl, d.h. zumindest zwei axial zueinander beabstandet angeordnete Ankerelemente auf einem Ankerträger, z.B. einem Förderkolbenrohr trägt.

Magnetisch korrespondierend zu den Ankerelementen der Ankereinrichtung sind jeweils feststehende Jochelemente vorhanden, welche einen magnetischen Gegenpol für die Ankerelemente ausbilden. Beispielsweise weist ein die Ankereinrichtung umgebender Ankerzylinder als Jochelemente korrespondierende Ankerzylinderhülsen auf, welche durch magnetisch nichtleitende Ringelemente voneinander getrennt sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Ankereinrichtung als Zweiankerelementeinrichtung ausgestaltet und von einem Ankerzylinder mit zwei korrespondierenden Jochelementen, z.B. Ankerzylinderhülsen umgeben.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform arbeitet die erfindungsgemäße Vorrichtung nach dem Festkörper-Energiespeicherprinzip.

Bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen von fließfähigen Medien, insbesondere Fluiden ist von Vorteil, daß bei gegebener elektrischer Energieversorgung die statische Magnetkraft auf die Ankereinrichtung gegenüber dem Stand der Technik erheblich größer ist und somit auch die von der Ankereinrichtung entlang ihres Hubweges geleistete Arbeit erheblich größer ist. Insofern ist die von der Ankereinrichtung auf das zu fördernde bzw. abzuspritzende Medium übertragene Energie und somit der Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Vor-

richtung deutlich erhöht. Durch das axiale Hintereinanderanordnen der Ankerelemente in magnetischer Reihenschaltung erfordert eine erfindungsgemäße Vorrichtung nur ein geringes Bauvolumen.

Der erhöhte Energieeintrag in das zu fördernde bzw. abzuspritzende Medium kann je nach geometrischer Ausgestaltung der Pumpeneinrichtung in Form einer höheren Förderleistung pro Arbeitspiel bzw. eines höheren Volumenstroms und/oder eines höheren Drucks im zu fördernden bzw. abzuspritzenden Medium genutzt werden. Dies kann beispielsweise durch die Wahl eines bestimmten Durchmessers der medienpumpenden Einrichtungen der Pumpe, z. B. des Förderkolbenrohres vorbestimmt werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1      einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen von fließfähigen Medien, insbesondere von Fluiden;
- Fig. 2      eine Detailansicht des Längsschnitts einer Vorrichtung gemäß Fig. 1;
- Fig. 3      schematisch den Feldlinienverlauf der magnetischen Feldlinien einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 1.

Die abgebildete, bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 arbeitet nach dem Festkörper-Energiespeicherprinzip und weist ein topfförmiges Antriebsgehäuse 2 und ein an einem offenen Ende des topfförmigen Antriebsgehäuses 2 verschließendes Pumpengehäuse 3 auf. Das Antriebsgehäuse 2 und das Pumpengehäuse 3 sind im wesentlichen rotationssymmetrische Körper und besitzen eine gemeinsame Mittel-Längsachse 4. Das Pumpengehäuse 3 ist dem Antriebsgehäuse 2 in einer Förderrichtung 5 des zu fördernden bzw. abzuspritzenden Mediums vorgeordnet.

Das Antriebsgehäuse 2 besitzt eine dünnwandige, zylindermantelförmige Außenwandung 6 und eine das Antriebsgehäuse 2 einendig abschließende dünnwandige Bodenwandung 7, so daß ein Antriebsgehäuse-Innenraum 8 begrenzt ist. Die Bodenwandung 7 ist radial zur Mittel-Längsachse 4 hin zweifach gestuft ausgebildet. Die Bodenwandung 7 weist radial von außen nach innen eine erste Ringstirnwandung 9, eine erste coaxial zur Außenwandung 6 verlaufende Ringstufenwandung 10, eine zweite axial entgegen der Förderrichtung 5 gegenüber der ersten Ringstirnwandung 9 zurückversetzte Ringsstirnwandung 11, eine zweite Ringstufenwandung 12 und eine bezüglich der Förderrichtung 5 axial hinterste Abschlußwandung 13 auf. In der Nähe der ersten Ringstirnwandung 9 weist die Außenwandung 6 eine Ausnehmung 14 auf, in der eine Anschlußeinrichtung 15 mit Kontaktelementen 16 zum Anschluß der Vorrichtung 1 an eine Stromquelle sitzt. Am in Förderrichtung 5 vorderen, offenen Ende des Antriebsgehäuses 2 weist die Außenwandung an ihrer Innenseite ein Gewinde 17 auf.

Auf der Innenseite der zweiten Ringstirnwandung 11 sitzt in deren radial innerem Teilbereich ein im wesentlichen zylinderscheibenförmiges Führungsstück 18 auf, so daß vom Führungsstück 18, der zweiten Ringstufenwandung 12 und der Abschlußwandung 13 ein Bodenhohlraum 19 umgrenzt ist. Das Führungsstück 18 besitzt eine zentrale Lagerbohrung 20 mit der Mittellängsachse 4 als Bohrungsachse. Radial um die Lagerbohrung 20 sind mehrere, parallel zur Lagerbohrung 20 verlaufende Durchgangsbohrungen 21 angeordnet, welche bodenseitig in den Bodenhohlraum 19 münden.

Radial formschlüssig zwischen dem Führungsstück 18 und der ersten Ringstufenwandung 10 sowie axial formschlüssig auf dem Führungsstück 18 sitzt als Leitelement eine erste zylinderrohrförmige Ankerzylinderhülse 22, welche von der Bodenwandung 7 weg mit der Mittel-Längsachse 4 als Mittelachse ein Stück in den Antriebsgehäuseinnenraum 8 ragt. Die erste Ankerzylinderhülse 22 besteht aus einem magnetisch gut leitenden Material und weist eine innenraumseitige Stirnfläche 23 auf, von der ein kleiner Ringsteg 24 axial in Förderrichtung 5 abgeht.

Axial auf die erste Ankerzylinderhülse 22 folgend sitzt als Abstandselement bzw. Mittel zum Unterbrechen des magnetischen Flusses auf deren Stirnfläche 23, vom Ringsteg 24 radial form-schlüssig gehalten, ein erstes zylinderringförmiges Ringelement 25. Das Ringelement 25 besteht aus einem magnetischen Nichtleiter, z.B. aus Edelstahl. Axial auf das erste Ringelement 25 folgt als erstes Jochelement eine zylinderringförmige zweite Ankerzylinderhülse 26, welche auf ihrer bodenseitigen Stirnfläche 27 und auf ihrer pumpengehäuseseitigen Stirnfläche 28 jeweils radial innenliegend einen axial abgehenden Ringsteg 29 bzw. 30 aufweist.

Analog zum ersten Ringelement 25 sitzt auf der Stirnfläche 28 der zweiten Ankerzylinderhülse 26 als Abstandselement bzw. Mittel zum Unterbrechen des magnetischen Flusses ein zweites Ringelement 31 auf, welches die gleiche Raumform wie das erste Ringelement 25 aufweist und ebenso aus einem magnetisch nichtleitenden, nicht magnetisierbarem Material, z.B. Edelstahl, besteht.

Axial auf das zweite Ringelement 31 folgt als zweites Jochelement eine dritte Ankerzylinderhülse 32, welche an ihrem bodenseitigen Ende eine Stirnfläche 33 und analog zur zweiten Ankerzylinderhülse 26 einen Ringsteg 34 aufweist. Sie sitzt einendig auf dem zweiten Ringelement 31 axial auf und sitzt anderendig einstückig in Form eines Ringsteges auf der bodenseitigen Stirnfläche 40 des Pumpengehäuses 3 auf.

Die dritte Ankerzylinderhülse 32 umgrenzt einen radialen Innenringbereich 40a der bodenseitigen Stirnfläche 40 des Pumpengehäuses 3.

Die Ankerzylinderhülsen 22, 26, 32 und die Ringelemente 25, 31 bilden einen Ankerzylinder 35 mit der Mittel-Längsachse 4 als Mittelachse, der einen Ankerraum 41 umgrenzt. Der Ankerraum 41 ist bodenwandungsseitig durch das Führungsstück 18 und pumpengehäuseseitig durch den Innenringbereich 40a der Stirnfläche 40



des Pumpengehäuses 3 begrenzt.

Die radialen Außenflächen der Ankerzylinderhülsen 22, 26, 32 und der Ringelemente 25, 31 fluchten in axialer Richtung zueinander, so daß eine zylinderförmige Ankerzylinderaußenfläche gebildet ist.

Die Ringelemente 25, 31 weisen gegenüber den Ankerzylinderhülsen 22, 26, 32 eine etwas geringere Wandstärke auf, so daß deren Innenflächen einen gegenüber den zueinander axial fluchtenden Innenflächen der Ankerzylinderhülsen 22, 26, 32 größeren radialen Abstand zur Mittel-Längsachse 4 aufweisen.

Die Außenfläche des Ankerzylinders 35 und die Außenwandung 6 des Antriebsgehäuses 2 begrenzen einen zylinderringförmigen Spulenraum 42. Den Ankerzylinder 35 außenseitig umgebend, sitzt im Spulenraum 42 ein kabeltrommelförmiger Spulenträger 43 mit einer zylinderrohrförmigen Trägerbasisrohrwandung 44, einem endseitig radial von dieser abgehenden bodenseitigen Begrenzungsringsteg 45 und einem pumpengehäuseseitigen Begrenzungsringsteg 46. Die Begrenzungsringstege 45, 46 erstrecken sich radial bis kurz vor die Außenwandung 6 des Antriebsgehäuses 2.

Der Spulenträger 43 erstreckt sich von der bodenseitigen Stirnfläche 40 des Pumpengehäuses 3 bis kurz vor die erste Ringstirnwandung 9 des Antriebsgehäuses 2.

In dem von den Wandungen 44, 45, 46 begrenzten Raum befindet sich eine Magnetspule 47, welche mit den Kontaktelementen 16 der Anschlußeinrichtung 15 verbunden ist.

Das Pumpengehäuse 3 ist ein im wesentlichen um die Mittel-Längsachse 4 rotationssymmetrischer Körper mit einem Basisteil 50 und einem Düsenaufnahmezylinder 51, welcher einstückig an das Basisteil 50 angeformt ist und in Förderrichtung 5 axial von diesem abgeht.

Das Basisteil 50 ist zylinderscheibenförmig und bodenseitig durch die Stirnfläche 40 und dem Innenbereich 40a der Stirnfläche 40 sowie gegenüberliegend durch eine Stirnfläche 55 begrenzt. Das Basisteil 50 besitzt eine Umfangsfläche 53, welche in ihrem bodenseitigen Endbereich ein zum Innengewinde 17 des Antriebsgehäuses 2 korrespondierendes Außengewinde 54 aufweist. Das Basisteil 50 ist soweit in das Antriebsgehäuse 2 eingeschraubt, daß die Ankerzylinderhülsen 22, 26, 32 und die Ringelemente 25, 31 axial aneinander gedrückt werden und sich diese über das Führungsstück 18 auf der zweiten Ringstirnwandung 11 abstützen. Zur Abdichtung des Bodenhohlraums 19 und des Anker-raumes 41 zum Spulenraum 42 hin ist ein Dichtring 55, z.B. ein O-Ring vorgesehen, welcher in einem von einer bodenseitigen Stirnfläche der ersten Ankerzylinderhülse 22, der ersten Ringstufenwandung 10, der zweiten Ringstirnwandung 11 und einer L-förmigen Ausnehmung im Führungsstück 18 gebildeten Dichtkanal 56 sitzt.

Das Basisteil 50 besitzt eine einfach gestufte Durchgangsbohrung 57 mit der Mittel-Längsachse 4 als Mittelachse, welche bodenseitig erweitert als Aufnahmebohrung 57a ausgeführt ist und in den Ankerraum 41 mündet und anderendig in einer von dem Düsenaufnahmezylinder 51 umgrenzten, gegenüber der Stufendurchgangsbohrung 57 erweiterten Sacklochbohrung 58 mündet.

In der ankerraumseitigen Erweiterung der Stufendurchgangsbohrung 57 sitzt form- und kraftschlüssig ein Führungszylinder 59, welcher sich auf der Höhe des Innenbereichs 40a zweifach stufenförmig verjüngend ein Stück in den Ankerraum 41 erstreckt, so daß eine Ringstirnfläche 60 und ein Ringvorsprung 61 ausgebildet sind.

Der Führungszylinder 59 weist korrespondierend zur Lagerbohrung 20 eine gestufte Durchgangsbohrung 62 auf, welche die Mittel-Längsachse 4 als Mittelachse besitzt, also axial fluchtend zur Lagerbohrung 20 des Führungsstücks 18 verläuft. Die Durchgangsbohrung 62 ist an ihrem dem Ankerraum 41 abgewandten Ende auf

den Durchmesser der Durchgangsbohrung 57 erweitert ausgebildet. Im erweiterten Bereich der Durchgangsbohrung 62 sind über deren Innenumfang verteilt, mehrere radial nach innen weisende, zueinander beabstandet angeordnete Anschlagrippen 63 für einen Ventilkörper 64 angebracht. Der Ventilkörper 64 sitzt mit Spiel in der Durchgangsbohrung 57, so daß die Bereiche vor und hinter dem Ventilkörper hydraulisch kommunizierend verbunden sind.

Radial von der Außenfläche 53 des Pumpengehäuses 3 führt eine sich mehrfach verjüngende Zuführbohrung 65 für das zu fördernde bzw. abzuspitzende Medium, welche in die Durchgangsbohrung 57 mündet. In der Zuführbohrung 65 sitzt eine Zuführeinrichtung 66 bestehend aus einem hohlgebohrten Zuführnippel 67 und einem diesen in Zuführrichtung 68 radial innen nachgeordneten Rückschlagventilelement 69, welches einen Medienstrom entgegen der Zuführrichtung 68 unterbindet.

Radial außerhalb des Rückschlagventilelements 69 zweigt von der Zuführbohrung 65 diagonal eine erste Flutbohrung 70 ab, die in den Ankerraum 41 mündet und über eine Querbohrung 71 mit der zentralen Bohrung des Zuführnippels 67 in Verbindung steht. Der Zuführbohrung 65 gegenüberliegend ist in das Pumpengehäuse 3 eine radial gerichtete sacklochförmige Ablaufbohrung 72 eingebracht, in der ein Ablaufnippel 73 als Ablaufeinrichtung sitzt. Vom Grund der Ablaufbohrung 72 zweigt diagonal eine zweite Flutbohrung 74 ab, welche ebenfalls in den Ankerraum 41 mündet.

In der Sacklochbohrung 58 des Düsenaufnahmezylinders 51 sitzen axial in Förderrichtung 5 aufeinanderfolgend ein Druckraumabschlußteil 80, ein Trägerteil 81 für ein Standdruckventil 82 und ein Abspritzdüsenelement 83 mit einer federbelasteten Düsennadel 84.

Das Druckraumabschlußteil 80 sitzt radial formschlüssig in der Sacklochbohrung 58 und axial auf deren bodenseitigem Bohrungsgrund 58a auf und besitzt eine zur Durchgangsbohrung 57 koaxiale Druckraumbohrung 85, welche sich in Förderrichtung 5 einstufig

zu einer Überströmbohrung 86 verjüngt, so daß eine Ringstirnfläche 87 ausgebildet ist.

Die Druckraumbohrung 85 und die Durchgangsböhrung 87 umgrenzen einen Druckraum 88, welcher antriebsseitig durch einen kugelförmigen Ventilkörper 64 abgeschlossen ist und düsenseitig in die Überströmbohrung 86 mündet.

Der Ventilkörper 64 liegt in einer Ausgangsstellung mit einer Druckfeder 89 federbelastet auf den radialen Innenkanten der Rippen 63 auf, wobei sich die Druckfeder 89 einendig am Ventilkörper 64 und anderendig auf der Ringstirnfläche 87 des Führungszylinders 59 abstützt.

Das Trägerteil 81 ist axial gegen das Druckraumabschlußteil 80 gesetzt und weist ebenso eine mehrfach gestufte, sich in Förderrichtung 5 zunächst verjüngende und anschließend erweiternde Durchgangsböhrung 90 auf, so daß eine Druckhaltekommer 91 gebildet ist, in welcher druckraumseitig das Standdruckventil 82 angeordnet ist. Das Standdruckventil 82 gewährleistet in der Druckhaltekommer 91 einen bestimmten Mindestdruck im Medium und öffnet in Förderrichtung 5 sobald im Druckraum 88 ein gegenüber dem Standdruck höherer Druck herrscht.

Gegen das Trägerteil 81 ist axial in Förderrichtung 5 vorgeordnet das Abspritzdüsenelement 83 gesetzt. Das Abspritzdüsenelement 83 besitzt eine axiale Durchgangsböhrung 92, in der die Düsenadel 84 axial verschieblich lagert. Die Durchgangsböhrung 92 besitzt düsenendseitig einen konisch erweiterten Dichtsitz 93, welcher durch einen düsenendseitigen Ventilteller 94, der einteilig mit einem Schaft der Düsenadel 84 verbunden ist, dichtend verschlossen ist. Die Düsenadel 84 sitzt in bekannter Weise über eine Druckfeder 95 und einen Nadelteller 96 entgegen der Förderrichtung 5 vorgespannt in der Durchgangsböhrung 92, wobei das druckraumseitige, verjüngte Ende des Düsenelements 83 die Druckfeder 95 und ein Teil des Düsenadelschafts in die düsenseitige Erweiterung der Durchgangsböhrung 90 des Trägerteils 81

ragen. Die düsenseitige Erweiterung der Durchgangsbohrung 90 ist über eine Überströmbohrung 97 mit der Durchgangsbohrung 92 verbunden.

Als Antriebselement weist die Vorrichtung 1 eine einheitliche Ankereinrichtung 100 bestehend aus einem Ankerträgerelement 101, z.B. einem Förderkolbenrohr, und ein erstes bodenseitiges Anker-element 102 sowie in einem Abstand D (Fig. 2) beabstandet zum ersten Ankerelement 102 angeordnet ein zweites gleichartiges, druckraumseitiges Ankerelement 103 auf.

Zwischen dem zweiten Ankerelement 103 und der Ringstirnfläche 60 des Führungszylinders 59 sitzt eine Druckfeder 120, welche die Ankereinrichtung 100 in einer Ausgangsstellung axial derart entgegen der Förderrichtung 5 drückt, daß das erste Ankerelement 102 am Führungsstück 18 anliegt.

Das Ankerträgerelement 101 ist z. B. als Förderkolbenrohr ausgebildet, welches ein im wesentlichen hohlzylindrischer, langgestreckter Körper ist, der axial verschieblich und radial form-schlüssig mit einem bodenseitigen Ende 104 in der Lagerbohrung 20 des Führungsstücks 18 und den Ankerraum 41 durchgreifend mit einem druckraumseitigen Ende 105 in der Lagerbohrung 62 des Führungszylinders 59 sitzt. In der Ausgangsstellung ragt das Ende 104 ein Stück in den Bodenhohlraum 19, wobei das Ende 105 etwa bündig mit dem druckraumseitigen Ende der Lagerbohrung 62 des Führungszylinders 59 abschließt und ein Stück beabstandet von dem auf den Rippen 63 aufliegenden Ventilkörper 64 angeordnet ist. Das Ankerträgerelement 101 weist eine axiale Durchgangsbohrung 106 auf, welche beidendig in der Art einer Phase konisch erweitert ist. Die druckraumseitige Anfasung des Ankerträger-elements 101 bildet einen Ventilsitz für den Ventilkörper 64, so daß das Ankerträgerelement 101 und der Ventilkörper 64 ein Ventil bilden mit welchem der Ankerraum 41 vom Druckraum 88 hydraulisch trennbar ist.

Die Ankerelemente 102, 103 befinden sich im Ankerraum und sind

jeweils im wesentlichen zylinderringscheibenförmig und weisen je eine Mittenbohrung 107 bzw. 108 auf, welche die Mittellängsachse 4 als Mittelachse haben. Die Ankerelemente 102, 103 sitzen mit den Bohrungen 107, 108 fest auf dem Ankerträgerelement 101 und haben einen Außendurchmesser, der etwas kleiner ist als der Innendurchmesser der Ankerzylinderhülsen 22, 26, 32, so daß ein radialer Spielspalt 109 der Weite  $T$  gebildet ist. Die Ankerelemente 102, 103 sitzen somit mit radialem Spiel zum Ankerzylinder 35 axial bewegbar im Ankerraum 41. Die Ankerelemente 102, 103 sind aus einem leicht magnetisierbaren Material hergestellt und weisen jeweils zumindest eine zu den Mittenbohrungen 107, 108 parallel verlaufende Überströmbohrung 110 auf.

Das Ankerelement 102 hat eine bodenseitige Stirnfläche 110a und eine druckraumseitige Stirnfläche 111, sowie eine Umfangsfläche 112 auf. Die Stirnfläche 111 und die Umfangsfläche 112 bilden eine Umfangskante 113 aus. (vgl. Fig. 2) Das Ankerelement 103 weist dementsprechend eine bodenseitige Stirnfläche 114 und eine druckraumseitige Stirnfläche 115 sowie eine Umfangsfläche 116 auf. Die Stirnfläche 115 und die Umfangsfläche 116 bilden eine Umfangskante 117 aus.

Wie oben bereits beschrieben, liegt das erste Ankerelement 102 im Ausgangszustand mit seiner Stirnfläche 110 ankerraumseitig am Führungsstück 18 an. Die axiale Längserstreckung des Ankerelements 102 ist derart eingerichtet, daß es den den Ankerraum 41 umgrenzenden Teil der ersten Ankerzylinderhülse 22 in Axialrichtung abdeckt und daß zwischen dessen Umfangskante 113 und dem Ringsteg 29 der zweiten Ankerzylinderhülse 26 ein erster axialer Spalt 121 mit der Spaltweite  $S_1$  vorhanden ist.

Das zweite Ankerelement 103 ist entsprechend dem Abstand  $D$  vom ersten Ankerelement 102 beabstandet und diesem in Förderrichtung 5 vorgeordnet angeordnet, wobei es die Innenfläche der zweiten Ankerzylinderhülse 26 analog zum ersten Ankerelement 102 etwa über die gleiche axiale Länge abdeckt. Die axiale Längserstreckung des Ankerelements 103 ist analog zum Ankerelement 102 der-

art gewählt, daß zwischen dessen Umfangskante 117 und dem Ringsteg 34 der dritten Ankerzylinderhülse 32 ein zweiter axialer Spalt 122 mit der Spaltweite  $S_2$  vorhanden ist.

Die axiale Überdeckung der Ankerelemente 102, 103 und der im Ausgangszustand jeweils benachbarten Ankerzylinderhülsen 22 bzw. 26 sowie der im Ausgangszustand jeweils benachbarten Ringelemente 25 bzw. 31 ist derart gewählt, daß der magnetische Fluß optimiert ist.

Die Spaltweiten  $S_1$ ,  $S_2$  sind hierzu vorteilhafterweise kleiner als die Längserstreckung, insbesondere kleiner als die halbe Längserstreckung der Ringelemente 25, 31 gewählt.

Die Ankerzylinderhülsen 26, 32 bilden gegenüber den axial beweglichen Ankerelementen 102, 103 jeweils ein feststehendes Jochelement, d.h. das feststehende magnetische Gegenstück zu den Ankerelementen 102, 103. Die Ankerzylinderhülsen 22 bzw. 26 bilden für die in der Ausgangsstellung benachbart angeordneten Ankerelemente 102 bzw. 103 jeweils Leitelemente für den magnetischen Fluß.

Wird in der Ausgangsstellung gemäß Fig. 2 die Spule 47 mit Strom beaufschlagt, bilden sich den Spulenkörper torusartig umgebende Magnetfeldlinien 130 aus (Fig. 3). Sie treten je nach Polung z.B. bodenseitig in die erste Ankerzylinderhülse 22 ein, den radialen Spielspalt 18 (parasitärer Spalt zwischen der Ankerzylinderhülse 22 und dem ersten Ankerelement 102) überbrückend in das Ankerelement 102 ein, verlassen das Ankerelement 102 größtenteils im Bereich der engsten Stelle zwischen dem Ankerelement 102 und der zweiten Ankerzylinderhülse 26 (Jochelement), verlaufen in der zweiten Ankerzylinderhülse 26 in etwa axial bis zum Überschneidungsbereich des zweiten Ankerelements 103 mit der zweiten Ankerzylinderhülse 26, treten dort den Spielspalt 108 (parasitärer Spalt) zwischen der Ankerzylinderhülse 26 und dem zweiten Ankerelement 103 überbrückend in das zweite Ankerelement 103 ein, verlassen das zweite Ankerelement 103 analog zum ersten

Ankerelement 102 größtenteils an der engsten Stelle zwischen dem zweiten Ankerelement 103 und der dritten Ankerzylinderhülse 32 und treten in die dritte Ankerzylinderhülse 32 ein (siehe Fig. 3).

Hierdurch werden die an den genannten Engstellen gegenüberliegenden Bereiche der Ankerelemente 102 bzw. 103 (Stirnseiten 111 bzw. 115) und der Ankerzylinderhülsen 26 bzw. 32 (Ringstege 29 bzw. 34) magnetisch gegenpolig magnetisiert, so daß statische Magnetkräfte  $F_{M1}$  und  $F_{M2}$  auf das Ankerelement 102 bzw. das Ankerelement 103 wirken. Somit stellen die Ankerelemente 102, 103 Anker im Sinne der obengenannten Definition und die Ankerzylinderhülsen 26, 32 Jochelemente im Sinne der obengenannten Definition dar.

Die statische magnetische Gesamtkraft  $F_M = F_{M1} + F_{M2}$ , die auf die Ankereinrichtung 100 wirkt ist bei gleichem Einsatz von elektrischer Energie durch die obenbeschriebene magnetische Reihenschaltung der Ankerelemente 102, 103 und der dazu korrespondierenden Jochelemente 26, 32 erheblich höher als eine resultierende statische Magnetkraft bei einer Ankereinrichtung, welche lediglich ein singuläres Ankerelement aufweist. Somit ist auch die über eine bestimmte Strecke  $H$  entlang einer Hubrichtung 123 von der Ankereinrichtung 100 geleistete Arbeit entsprechend höher. Insofern erfolgt eine bessere Ausnutzung der mittels einer vorbestimmten eingesetzten Energie durch die Spule 47 erzeugten magnetischen Energie. Somit ist der Wirkungsgrad einer solchen Antriebseinrichtung aufweisend eine Mehranker-Ankereinrichtung 100 mit Ankerelementen und 102, 103 zu den Ankerelementen 102, 103 korrespondierenden Jochelementen und somit auch der Gesamtwirkungsgrad einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 deutlich verbessert.

Es hat sich gezeigt, daß mit bauarttypischen Anordnungen zweier Anker- und Jochelemente in einer solchen Vorrichtung 1 im ungünstigsten Falle eine Erhöhung der statischen Magnetkraft  $F_M$  von zumindest 60% gegenüber dem Stand der Technik erreichbar ist,



ohne daß eine zusätzliche Zufuhr elektrischer Energie notwendig ist.

Die Spalte 121 und 122 erstrecken sich in Arbeitsrichtung (Hubrichtung 123) der Ankereinrichtung 100. Die Weite  $S_1$  und  $S_2$  dieser Spalte bestimmen die Größe der momentan zwischen den Anker-elementen 102, 103 und den Jochelementen (Ankerzylinderhülsen 26, 32) auftretenden statischen Magnetkräfte, welche entlang des Weges H der Ankereinrichtung 100 Arbeit verrichten. Sie stellen insofern Arbeitsspalte dar. Die radiale Projektion der Arbeitsspalte 121, 122 auf einen festen Radius, z.B. den Radius der Innenfläche der Ankerzylinderhülsen 26, 22, 32, ergibt eine Arbeitsspaltfläche, deren Größe von diesem Radius und der entsprechenden Spaltweite  $S_1$ ,  $S_2$  abhängt. Bei vorgegebener bzw. bei einer Bewegung der Ankereinrichtung 100 momentan herrschenden Spaltweite  $S_1$ ,  $S_2$  eines Arbeitsspalttes ist die Größe der Arbeitsspaltfläche maßgebend für die zwischen dem Jochelement und dem Ankerelement wirkende magnetische Kraft. Die Spalte 109 erstrecken sich mit der Weite T senkrecht zur Arbeitsrichtung (Hubrichtung 123) der Ankereinrichtung 100. Es treten keine arbeitverrichtenden magnetischen Kräfte auf. Somit stellen diese Spalte 108 unerwünschte "magnetische Widerstände" dar, und werden als sogenannte "parasitäre Spalte" bezeichnet. Einer Minimierung der Weite T dieser parasitären Spalte 109 ist wünschenswert, jedoch setzen fertigungstechnisch unvermeidbare Toleranzen Grenzen.

Je größer die Arbeitsspaltfläche bei gegebener Spaltweite  $S_1$ ,  $S_2$  des Arbeitsspalttes ist, desto größer ist die wirkende Magnetkraft  $F_{M1}$  bei  $F_{M2}$  auf die Ankerelemente 102, 103 bei gegebener magnetischer Feldstärke.

Im Rahmen der Erfindung wurde die Vergrößerung der Arbeitsspaltfläche durch eine magnetische Reihenschaltung zumindest zweier Anker-Jochanordnungen erreicht, so daß zumindest zwei Arbeitsspalte 121, 122 ausgebildet werden.

Weiterhin ist die momentan auf ein Ankerelement 102, 103 einer Anker-Jochanordnung (102, 26; 103, 34) von der Weite  $S$  der momentanen Arbeitsspalte 121, 122 abhängig, so daß die statischen Magnetkräfte auf die Ankerelemente 102, 103 über den Hubweg  $H$  veränderlich sind.

Bei einer Ausgangsspaltweite  $S_1$ ,  $S_2$  nehmen die Magnetkräfte wie oben beschrieben einen bestimmten Wert an. Dieser Wert steigt mit sinkender Spaltweite  $S$  und erreicht bei  $S = 0$  einen Maximalwert, welcher für  $S < 0$ , was einer axialen Überschneidung zwischen Anker- und korrespondierendem Jochelement entspricht, wiederum abnimmt.

Insofern ist über die Wahl der Ausgangsspaltweiten  $S_1$ ,  $S_2$  der Kraftverlauf der Gesamtkraft  $F_m$  über den Hubweg  $H$  der Ankereinrichtung 100 beeinflußbar und es kann somit auf einfache Weise Einfluß genommen werden auf - wie weiter unten beschrieben - z.B. die Abspritzcharakteristik, den Druckverlauf, den maximalen Einspritzvolumenstrom oder ähnlichen Charakteristika der Vorrichtung 1. Hierbei liegt es selbstverständlich im Bereich der Erfindung, die Ausgangsspaltweiten  $S_1$  und  $S_2$  gleich oder unterschiedlich groß zu wählen. Weiterhin können die Ankerelemente 102, 103 in Axialrichtung verstellbar festlegbar auf dem Ankerträgerelement 101 angeordnet sein.

Insofern gelingt mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 mit einfachen Mitteln neben einer drastisch höheren Energieausnutzung der aufgewendeten elektrischen Energie auch eine erhöhte Variabilität der Vorrichtung 1 bezüglich verschiedener charakteristischer Kenngrößen einer gattungsgemäßen Vorrichtung.

Im folgenden wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen von fließfähigen Medien, insbesondere von Fluiden näher erläutert:

In einem Ausgangszustand ist die Spule 47 stromlos geschaltet, die Ankereinrichtung 100 befindet sich in ihrer bodenseitigen

Ausgangslage und der Ventilkörper 64 sitzt auf den Rippen 57a auf. Zwischen dem Ankerträgerelement 101 und dem Ventilkörper 64 liegt ein Abstand vor. Durch die Zuführeinrichtung 66 wird das zu fördernde bzw. abzuspitzende Medium, vorzugsweise mit einem Vordruck beaufschlagt zugeführt und gelangt über die Querbohrung 71, die Flutbohrung 70 und die Bohrungen 110 bzw. 21 in den Ankerraum 41 und den Bodenhohlraum 19 sowie in die Durchgangsbohrung 106. Überschüssiges Medium fließt über die Bohrung 74 und die Abflußeinrichtung 73 ab, so daß der Ankerraum 41 mit Frischmedium durchspülbar ist. Gleichzeitig gelangt über das Rückschlagventil 69 und die Zuführbohrung Frischmedium in den Druckraum 88 bis vor das Standdruckventil 82. Überschüssiges Medium im Druckraum 88 gelangt am Ventilkörper 64 vorbei über die Durchgangsbohrung 106 in den Bodenhohlraum 19 und über die Bohrungen 21 in den Ankerraum 41. Somit ist auch der Druckraum 88 bei geöffnetem Ventil bestehend aus dem Ventilkörper 64 und dem Förderkolbenrohr 101 mit Medium durchspülbar. Zwischen dem Standdruckventil 82 und dem Düsenaustritt liegt Medium unter Standdruck vor.

Wird die Spule 47 mit Strom beaufschlagt, so wirkt auf die Ankereinrichtung 100 eine Kraft  $F_M$ , welche die Ankereinrichtung 100 nahezu widerstandslos in Förderrichtung 5 beschleunigt, wobei sie kinetische Energie speichert. Nach einer gewissen Strecke trifft die Ankereinrichtung 100 mit deren druckraumseitigen Ende 105 schlagartig auf den Ventilkörper 64. Beim Auftreffen der Ankereinrichtung 100 auf den Ventilkörper 64 wird der Druckraum 88 hydraulisch vom Ankerraum 41 getrennt und die gespeicherte kinetische Energie der Ankereinrichtung 100 auf das vor dem Ankerträgerelement 101 im Druckraum 88 befindliche Medium in Form eines Druckstoßes übertragen.

Der Druckstoß pflanzt sich durch das Medium fort und gelangt unter Überwindung des Standdruckventils 82 bis zum Düsenaustritt.

Das Rückschlagventil 69 verhindert ein Ausweichen des Druckstoßes in die Zuführeinrichtung 66. Beim Überschreiten eines

vorbestimmbaren Abspritzdrucks öffnet die Düsennadel 84 des Abspritzdüsenelements 83.

Je nach ein Einschaltdauer des Spulenstromes folgt auf die Druckstoßförderung bzw. -abspritzung des Mediums eine verdrängende Förderung bzw. Abspritzung des Mediums, wenn die Anker-einrichtung 100, insbesondere das Ankerträgererelement 101 im Druckraum 88 weiter in Förderrichtung 5 bewegt wird.

Wird der Spulenstrom abgeschaltet, gelangen die Ankereinrichtungen 100 und der Ventilkörper 64 über deren Druckfedern 120 bzw. 89 in ihre Ausgangsstellung. Die abgespritzte Medienmenge wird über die Zuführeinrichtung 66 unter Vordruck dem Druckraum 88 zugeführt.

Gemäß weiterer Ausführungsformen sind die Strömungswege für das fördernde bzw. abzuspritzende Medium sowie die Ventileinrichtungen auf die für das Fördern bzw. Abspritzen von fließfähigen Medien, z.B. staubförmigen, kornförmigen, granulatförmigen oder pulverförmigen Medien oder mit Feststoffen versetzten Fluiden, z.B. Schlämmen eingerichtet.

Soll mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 lediglich intermittierend gefördert werden, so kann die Abspritzdüsen-einrichtung 83 selbstverständlich entfallen bzw. je nach Bedarf durch eine z.B. dem Standdruckventil 82 ähnliche Rückschlagventileinrichtung ersetzt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist jeder Anker-Jochanordnung eine separate Antriebsmagnetspule zugeordnet, welche zudem gegebenenfalls getrennt elektrisch ansteuerbar ausgestaltet sein können. Zweckmäßigerweise weisen die Spulen zueinander einen axialen Abstand auf, der dem zwischen den Ankerzylinderhülsen entspricht.

Zur weiteren Optimierung des Wirkungsgrades kann zur Verringerung der magnetischen Verluste das Ankerträgererelement 101 im

Bereich der Ankerelemente 102, 103 aus einem magnetischen Nichtleiter, z.B. Edelstahl, und im druckraumseitigen Endbereich aus einem schlagfesten Material ausgebildet sein. Hierdurch wird ein unerwünschter Verlauf der Magnetfeldlinien 130 über das Ankerträgerelement 101 verhindert.

Selbstverständlich gehört in den Bereich der Erfindung auch eine Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen von fließfähigen Medien, welche nach dem Energiespeicherprinzip, z.B. mit widerstandslos beschleunigtem und schlagartig abgebremstem Medium arbeitet, und mit einer Antriebseinrichtung mit einer Mehrfach-Anker-Joch-Anordnung versehen ist.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 als eine doppelt wirkende Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen von fließfähigen Medien, insbesondere Fluiden, in Anlehnung an die WO 96/34195 ausgestaltet.

Selbstverständlich können die Ringelemente 25, 31 aus magnetisch nicht leitendem Material auch als Luftspalte ausgeführt sein. Ebenso liegt es im Bereich der Erfindung z.B. die Trägerbasisrohrwandung 44 des Spulenträgers als Ankerzylinder aus einer Aufeinanderfolge von magnetisch leitenden und magnetisch nicht leitenden Hülzen- bzw. Ringelementen auszugestalten.

Ficht GmbH & Co. KG  
Spannleitenberg 1  
D-85614 Kirchseeon

M 4748/XI/nk

### Patentansprüche

1. Nach dem Energiespeicherprinzip, insbesondere nach dem Festkörper-Energiespeicherprinzip arbeitende Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen von fließfähigen Medien, insbesondere von Fluiden, die als elektromagnetisch angetriebene Hubkolbenpumpe mit einem Antriebsgehäuse (2) ausgebildet ist, in dem eine in einem Ankerzylinder (35) axial verschiebbliche Ankereinrichtung (100) mit einem Ankerelement (102) als Antriebselement lagert und zur Erzeugung des für den Antrieb der Ankereinrichtung (100) benötigten Magnetfeldes eine Magnetspule (47) den Ankerzylinder (35) umgebend angeordnet ist, wobei der Ankerzylinder (35) Mittel (25) zum Unterbrechen eines magnetischen Flusses aufweist, so daß von der Magnetspule (47) ein magnetischer Fluß über den Ankerzylinder (35), das Ankerelement (102) und das Antriebsgehäuse (2) erzeugbar ist, wobei zwischen dem Ankerelement (102) und einem Ende des Mittels (25) zum Unterbrechen des magnetischen Flusses in einem Ausgangszustand als Arbeitsspalt (121) ein axialer Abstand der Weite ( $S_1$ ) vorliegt,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
die Ankereinrichtung (100) zumindest ein weiteres in einem Abstand (D) in Förderrichtung (5) zum Ankerelement (102) vorgeordnet angeordnetes Ankerelement (103) aufweist und der Ankerzylinder (35) ein weiteres Mittel (31) zum Unterbrechen des magnetischen Flusses aufweist, wobei zwischen dem Ankerelement (103) und einem Ende des Mittels (31) ein Unterbrechen des magnetischen Flusses als Arbeitsspalt (122) ein axialer Abstand der Weite ( $S_2$ ) vorliegt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**

der Ankerzylinder (35) aus axial beabstandet aufeinander folgenden Ankerzylinderhülsen (22, 26, 32) besteht und die Mittel (25, 31) zum Unterbrechen des magnetischen Flusses Ringspalte oder Ringelemente (25, 31) sind, welche jeweils zwischen zwei Ankerhülsen (22, 26; 26, 32) angeordnet sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 und/oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Weiten ( $S_1$ ,  $S_2$ ) der Arbeitsspalte (121, 122) gleich groß sind.
4. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Weiten ( $S_1$ ,  $S_2$ ) der Arbeitsspalte (121, 122) unterschiedlich groß sind.
5. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
zumindest eine der Weiten ( $S_1$ ,  $S_2$ ) der Arbeitsspalte (121, 122) in dem Ausgangszustand Null ist.
6. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Ankerelemente (102, 103) in einem festgelegten, insbesondere unveränderbaren Abstand (D) voneinander auf einem Ankerträgerelement (101), z.B. einem Förderkolbenrohr angeordnet sind.
7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Ankerelemente (102, 103) in einem einstellbar festlegbaren Abstand (D) voneinander auf dem Ankerträgerelement (101) angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Ankerelemente (102, 103) eine zylinderringscheibenför-

mige Raumform mit je einer Mittenbohrung (107, 108) aufweisen, mit der sie auf dem Ankerträgerelement (101) lagern und eine axiale Längserstreckung aufweisen, derart, daß die Ankerelemente (102, 103) im Ausgangszustand jeweils einen Teilbereich der jeweils benachbarten Ankerzylinderhülsen (22 bzw. 26) und der diesen in Förderrichtung (5) vorgeordneten Mitteln (25 bzw. 31) zum Unterbrechen des magnetischen Flusses überdecken, so daß die Ankerzylinderhülsen (22 bzw. 26) jeweils zu den Ankerelementen (102 bzw. 103) korrespondierende Leitelemente für den magnetischen Fluß bilden und der magnetische Fluß optimiert ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß  
 die Weiten ( $S_1$ ,  $S_2$ ) der Arbeitsspalte (121, 122) kleiner als die Längserstreckung, insbesondere kleiner als die halbe Längserstreckung der Mittel (25, 31) sind.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 und/oder 9,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß  
 die Ankerelemente (102, 103) einen Außendurchmesser haben, der etwas kleiner ist als der Innendurchmesser der Ankerzylinderhülsen (22, 26, 32), so daß ein radialer Spielspalt (109) der Weite (T) gebildet ist.
11. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß  
 die Ankerelemente (102, 103) und die Ankerzylinderhülsen (22, 26, 32) aus einem leicht magnetisierbaren Material hergestellt sind.
12. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 11,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t**, daß  
 die Ankerelemente (102, 103) jeweils zumindest eine zu den Mittenbohrungen (107, 108) parallel verlaufende Überström-



bohrung (110) aufweisen.

13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
die Ringelemente (25 bzw. 31) aus einem magnetischen Nichtleiter oder einem magnetisch schlecht leitenden Material ausgebildet sind.
14. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
die Vorrichtung (1) zur Erzeugung des für den Antrieb der Ankereinrichtung (100) notwendigen Magnetfeldes mehrere axial aufeinander folgende Magnetspulen (47), insbesondere in einer der Anzahl der Anker-Joch-Anordnung entsprechenden Anzahl vorgesehen sind.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
die Spulen (47) getrennt ansteuerbar sind.
16. Vorrichtung nach Anspruch 14 und/oder 15,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
die Magnetspulen (47) einen axialen Abstand aufweisen, der dem Abstand (D) der Ankerelemente (102, 103) bzw. dem Abstand der Ankerzylinderhülsen (26, 32) entspricht.
17. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
die Ankereinrichtung (100) zwei Ankerelemente (102, 103) und korrespondierend dazu der Ankerzylinder als Jochelemente die zwei Ankerzylinderhülsen (26, 32) und als Leitelement die Ankerzylinderhülse (22) aufweist.
18. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis

- 17,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das Antriebsgehäuse (2), der Ankerzylinder, die Ankereinrichtung (100) und die Spule (47) rotationssymmetrische Körper sind, welche eine gemeinsame Mittellängsachse (4) als Mittelachse aufweisen.
19. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 18,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
der Ankerzylinder einendig mit einem Führungsstück (18) mit einer Lagerbohrung (20) und anderendig mit einem scheibenförmigen Basisstück mit einer zentralen Stufenbohrung (57) abgeschlossen ist, so daß ein Ankerraum (41) gebildet ist, wobei in einer ankerraumseitigen Erweiterung der Stufenbohrung (57) ein Führungszylinder (59) mit einer zentralen Durchgangsbohrung (62) sitzt, welche zur Lagerbohrung (20) fluchtet.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das Ankerträgerelement (101) endseitig über die Ankerelemente (102, 103) hinausragt und mit einem ersten Ende (104) in der Lagerbohrung (20) und mit einem zweiten Ende (105) in der Durchgangsbohrung (62) axial verschieblich gelagert ist, wobei eine Druckfeder (120) zwischen dem Basisteil (50) und dem Ankerelement (103) angeordnet ist, welche die Ankereinrichtung (100) im Ausgangszustand gegen das Führungsstück (18) drückt.
21. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 20,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das Ankerträgerelement (101) als Förderkolbenrohr ausgebildet ist, welches ein im wesentlichen hohlzylindrischer, langgestreckter Körper mit einer axialen Durchgangsbohrung (106) ist und wobei zumindest das in Förderrichtung (5)

vordere Ende (105) einen Ventilsitz für einen dem Ende (105) in Förderrichtung beabstandet vorgeordneten Ventilkörper (64) bildet.

22. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 21,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
die Magnetspule (47) in einem kabeltrommelförmigen Spulenträger (43) mit einer zylinderrohrförmigen Trägerbasisrohrwandung (44) und je endseitig von dieser radial abgehenden Begrenzungsringstegen (45, 46) sitzt, wobei der Spulenträger (43) mit der Trägerbasisrohrwandung (44) den Ankerzylinder berührend umgibt.

23. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 21,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
die Magnetspule (47) in einem kabeltrommelförmigen Spulenträger (43) mit einer zylinderrohrförmigen Trägerbasisrohrwandung (44) und je endseitig von dieser radial abgehenden Begrenzungsringstegen (45, 46) sitzt, wobei die Trägerbasisrohrwandung (44) als Ankerzylinder ausgebildet ist.

24. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 23,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
das Antriebsgehäuse topfförmig ausgebildet ist und eine dünnwandige, zylindermantelförmige Außenwandung (6) und eine das Antriebsgehäuse (2) an der Förderrichtung (5) entgegengesetzten Ende abschließende dünnwandige Bodenwandung (7) aufweist, so daß ein Antriebsgehäuseinnenraum (8) begrenzt ist, wobei die Bodenwandung (7) radial zur Mittellängsachse (4) hin mehrfach gestuft ausgebildet ist, so daß zwischen dem Führungsstück (18) und der Bodenwandung (7) ein Bodenhohlraum (19) begrenzt ist.

25. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 22,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
das Basisstück (50) Teil eines Pumpengehäuses (3) ist,  
welches das in Förderrichtung vordere, offene Ende des  
topfförmigen Antriebsgehäuses (2) verschließt.

26. Vorrichtung nach Anspruch 25,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
das Basisteil (50) bzw. das Pumpengehäuse (3) einen Düsen-  
aufnahmezylinder (51) aufweist, welcher einstückig an das  
Basisteil angeformt ist und in Förderrichtung (5) axial von  
diesem abgeht.

27. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis  
26,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
die Durchgangsbohrung (57), welche ankerraumseitig als  
Aufnahmebohrung (57a) für den Führungszylinder (59) dient,  
anderendig in einer von dem Düsenaufnahmezylinder (51) um-  
grenzten, gegenüber der Durchgangsbohrung (57) erweiterten  
Sacklochbohrung (58) mündet.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
in der Sacklochbohrung (58) des Düsenaufnahmezylinders (51)  
axial in Förderrichtung (5) aufeinanderfolgend ein Druck-  
raumabschlußteil (80), ein Trägerteil (81) für ein Stand-  
druckventil (82) und ein Abspritzdüsenelement (83) mit ei-  
ner federbelasteten Düsennadel (84) sitzen.

29. Vorrichtung nach Anspruch 28,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
das Druckraumabschlußteil (80) eine zur Durchgangsbohrung  
(57) koaxiale Druckraumbohrung (85) aufweist, welche sich  
in Förderrichtung (5) einstufig zu einer Überströmbohrung  
(86) verjüngt, so daß eine Ringstirnfläche (87) ausgebildet  
ist.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
die Druckraumbohrung (85) und die Durchgangsbohrung (57) einen Druckraum (88) umgrenzen, welcher an seinem in Förderrichtung (5) vorgeordneten Ende in die Überströmbohrung (86) mündet und an seinem ankerraumseitigen Ende radial über den Umfang verteilt Rippen (57a) aufweist, welche in den Druckraum (88) ein Stück hineinragen und als Auflage für den Ventilkörper (64) dienen.
31. Vorrichtung nach Anspruch 29 und/oder 30,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
im Druckraum (88) eine Druckfeder (89) vorgesehen ist, welche sich einendig auf der Stirnfläche (87) und anderen-  
dig am Ventilkörper (64) abstützt, so daß der Ventilkörper (64) im Ausgangszustand gegen die ankerraumseitigen Rippen (63) gedrückt wird.
32. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 27 bis 31,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
das Trägerteil (81) axial gegen das Druckraumabschlußteil (80) gesetzt ist und eine mehrfach gestufte, sich in Förderrichtung (5) zunächst verjüngende und anschließend erweiternde Durchgangsbohrung aufweist, so daß eine Druckhalte-  
tekammer (91) gebildet ist, in welcher druckraumseitig das Standdruckventil angeordnet ist.
33. Vorrichtung nach Anspruch 32,  
**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
das Standdruckventil (82) in der Druckhalte-  
tekammer (91) einen bestimmten Mindestdruck in dem sich in der Druckhalte-  
tekammer (91) befindenden Medium aufrechterhält und in Förderrichtung (5) öffnet, sobald im Druckraum (88) ein gegenüber dem Mindestdruck höherer Druck herrscht.
34. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis

33,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
das Basisteil (50) bzw. das Pumpengehäuse (3) eine von außen nach innen radial verlaufende, sich mehrfach verjüngende Zuführbohrung (65) aufweist, welche in den Druckraum (88) mündet und wobei in der Zuführbohrung (65) eine Zuführeinrichtung (66) bestehend aus einem hohl gebohrten Zuführnippel (67) und einem diesen in Zuführrichtung (68) radial innen nachgeordneten Rückschlagventilelement (69) sitzt, welches einen Medienstrom entgegen einer Zuführrichtung (68) unterbindet.

35. Vorrichtung nach Anspruch 34,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
radial außerhalb des Rückschlagventilelements (69) von der Zuführbohrung (65) diagonal eine erste Flutbohrung (70) abzweigt, welche einendig in den Ankerraum (41) mündet und anderendig über eine Querbohrung (71) mit der zentralen Bohrung des Zuführnippels (67) in Verbindung steht.

36. Vorrichtung nach Anspruch 34 und/oder 35,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
das Basisteil (50) bzw. das Pumpengehäuse (3) radial von außen nach innen führend eine sacklochförmige Ablaufbohrung (72) aufweist, welche der Zuführbohrung (65) vorzugsweise gegenüberliegend eingebracht ist, wobei in der Ablaufbohrung (72) ein Ablaufnippel (73) als Ablaufeinrichtung sitzt und vom Grund der Ablaufbohrung (72) diagonal eine zweite Flutbohrung (74) abzweigt, welche in den Ankerraum (41) mündet.

37. Vorrichtung nach Anspruch 36,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
der Zuführnippel (67), die Querbohrung (71), die erste Flutbohrung (70), der Ankerraum (41), die zweite Flutbohrung (74), die Ablaufbohrung (72) und der Ablaufnippel (73) einen Strömungsweg ausbilden, derart, daß der Ankerraum

(41) kontinuierlich mit Frischmedium durchströmbar ist.

38. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 34 bis 37,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
der Zuführnippel (67), das Rückschlagventilelement (69), die verjüngte Zuführbohrung (65), der Druckraum (88), Zwischenräume zwischen den Rippen (63), die Durchgangsbohrung (106), der Bodenhohlraum (19), die Durchgangsbohrungen (21) des Führungsstücks (20), die Überströmbohrungen (110) der Anker Elemente (102, 103), der Ankerraum (41), die zweite Flutbohrung (74) sowie der Ablaufnippel (43) einen Strömungsweg ausbilden, derart, daß der Druckraum (88) mit Frischmedium durchspülbar ist, solange das einen Ventilsitz bildende Ende (105) des Ankerträger elements (101) einen Abstand zum Ventilkörper (64) aufweist, somit also diskontinuierlich durchströmbar ist.

39. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 30 bis 38,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
der Druckraum (88) hydraulisch vom Ankerraum (41) getrennt ist, sobald das Ankerträger element (101) sich in Förder richtung (5) bewegend den Ventilkörper (64) berührt, so daß die in dem Anker element (100) gespeicherte kinetische Energie schlagartig auf das im Druckraum (88) eingeschlossene Medium in Form eines Druckstoßes übertragbar ist.

40. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 39,

**d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a ß**  
die Strömungswege für das fördernde bzw. abzuspritzende Medium sowie die Ventileinrichtungen auf die für das Fördern bzw. Abspritzen von fließfähigen Medien, z. B. staubförmigen, kornförmigen, granulatförmigen oder pulverförmigen Medien oder mit Feststoffen versetzten Fluiden, z. B. Schlämmen, eingerichtet sind.

41. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 40,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das Ankerträgerelement (101) im Bereich der Ankerelemente  
(102, 103) aus einem magnetischen Nichtleiter, z. B. Edel-  
stahl und im druckraumseitigen Endbereich aus einem schlag-  
festen Material ausgebildet ist.



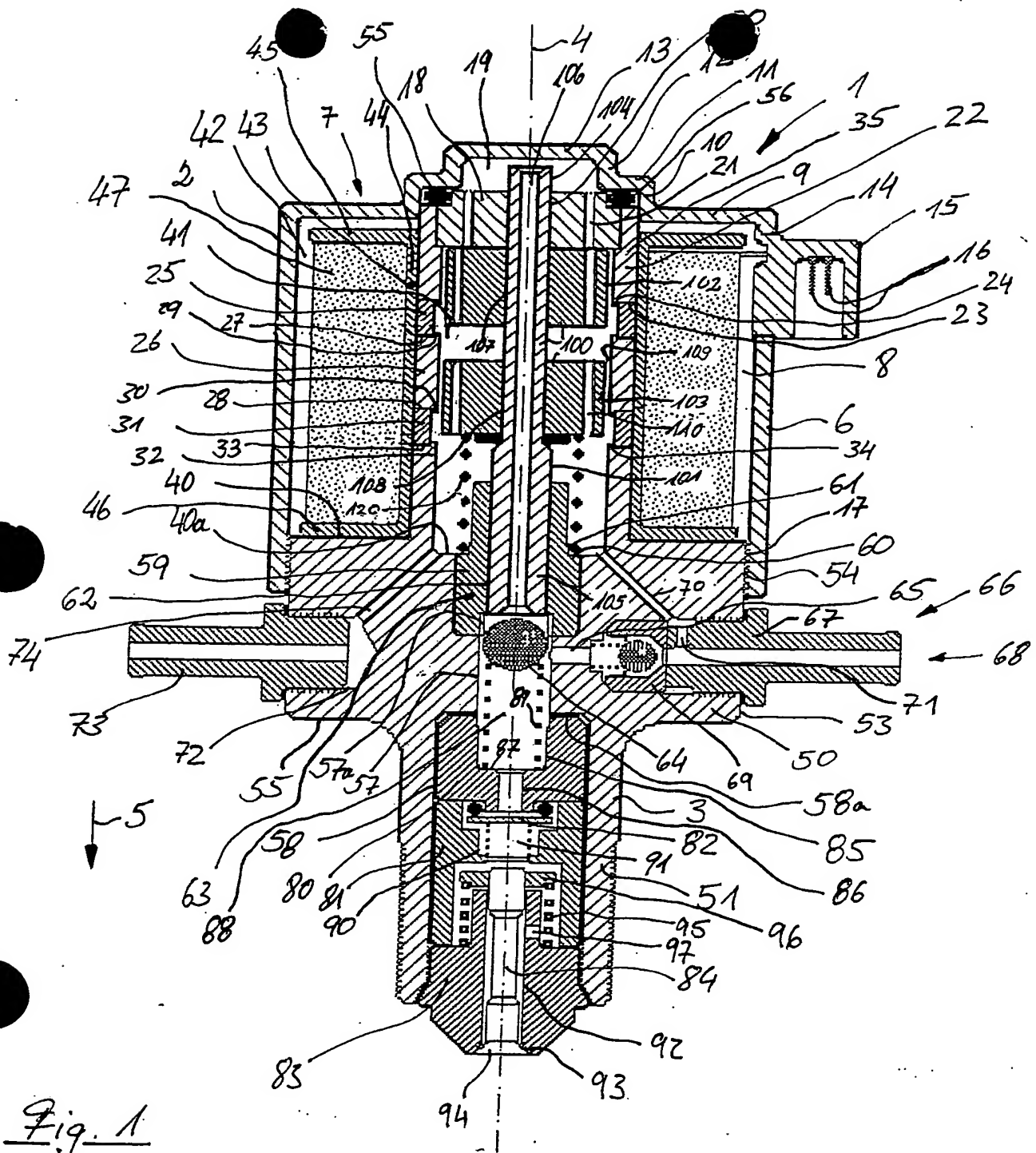
Ficht GmbH & Co. KG  
Spannleitenberg 1  
D-85614 Kirchseeon

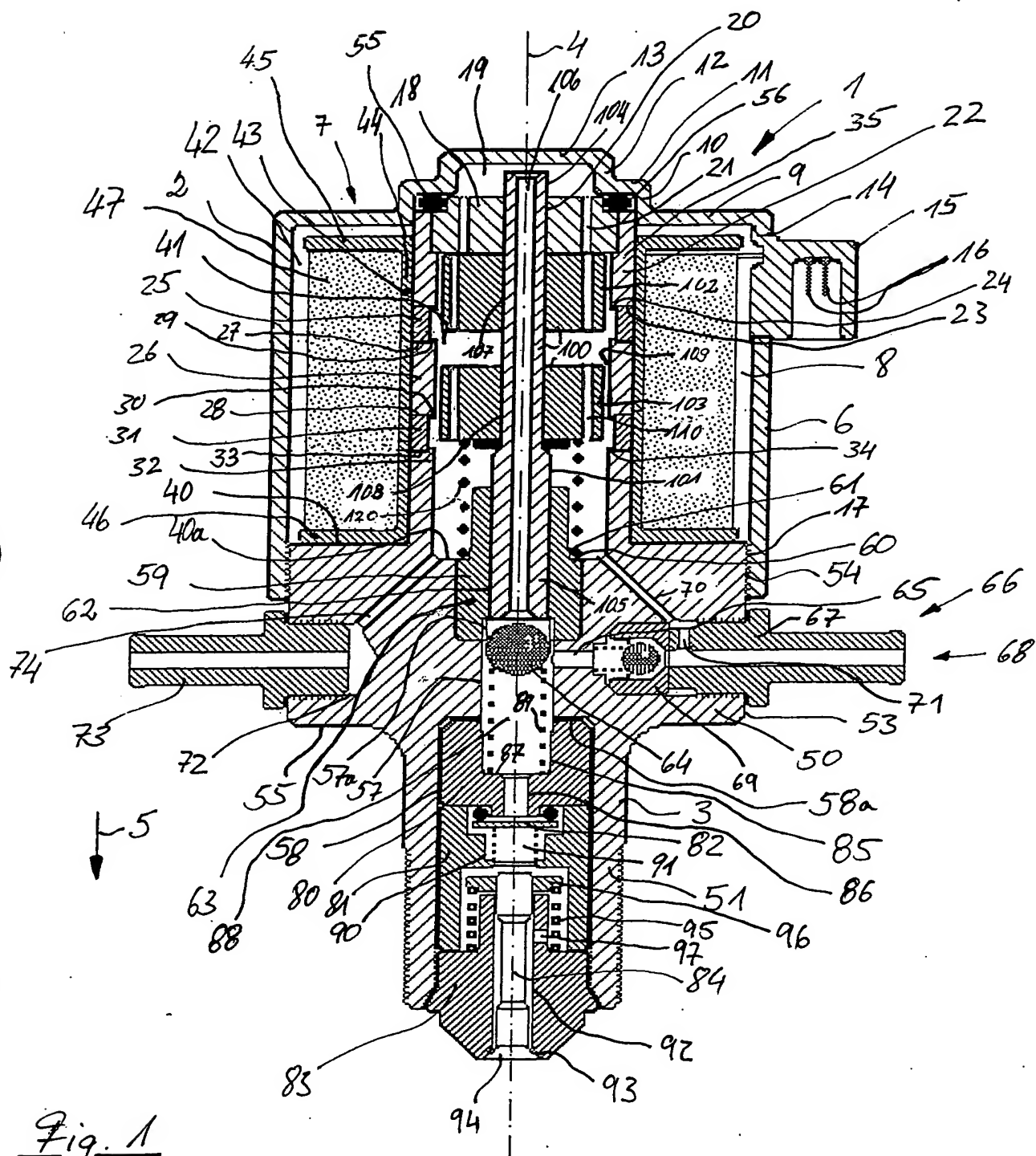
M 4748/XI/d1

### **Zusammenfassung**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Fördern und/oder Abspritzen von fließfähigen Medien, insbesondere von Fluiden, welche nach dem Energiespeicherprinzip arbeitet und als elektromagnetisch angetriebene Hubkolbenpumpe mit zumindest einer Ankereinrichtung 100 als Antriebselement ausgebildet ist, wobei die Ankereinrichtung 100 zumindest zwei Anker Elemente 102, 103 aufweist und den Anker Elementen 102, 103 magnetisch korrespondierende Jochelemente 26, 32 zugeordnet sind.

(Fig. 1)





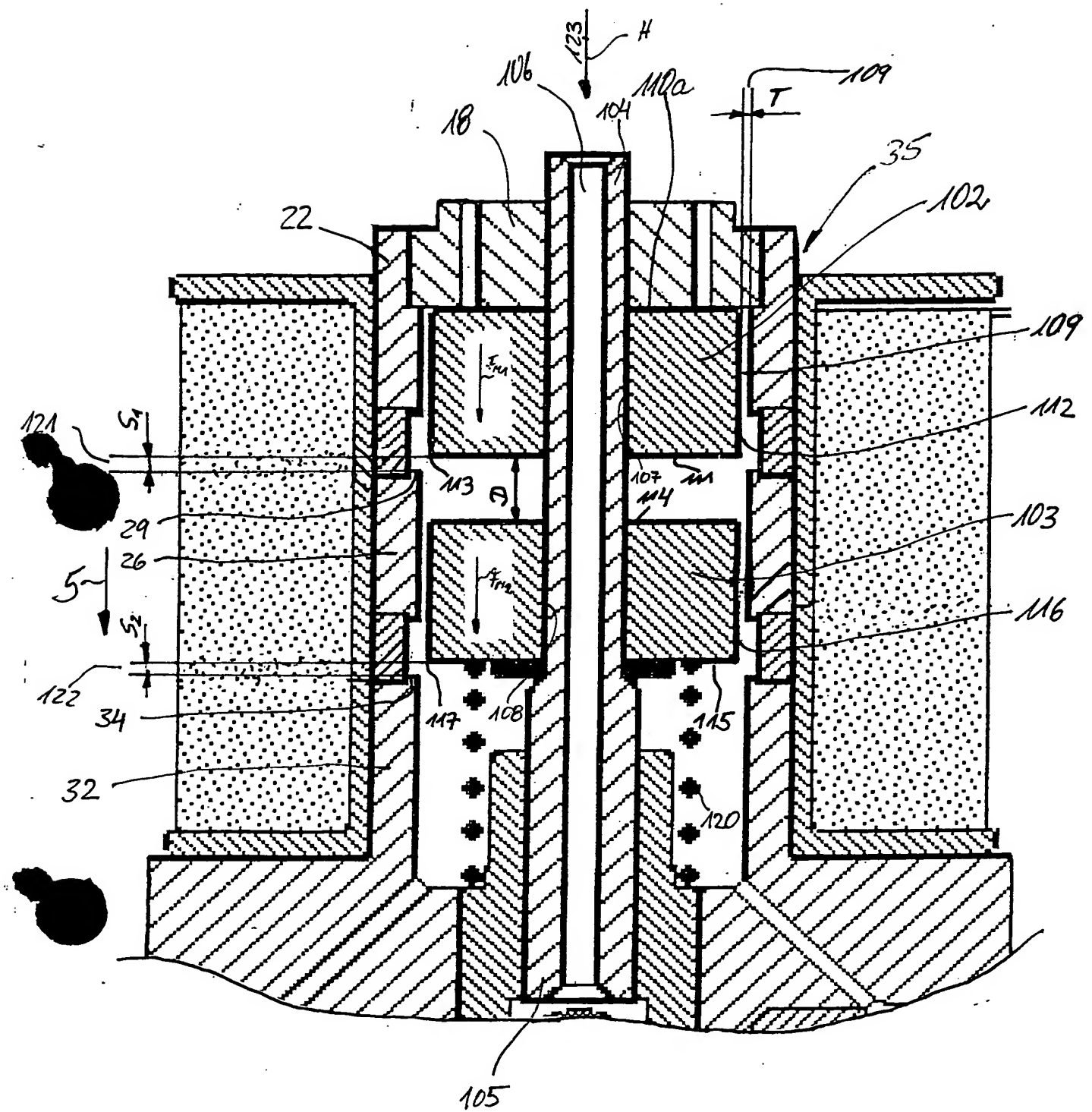
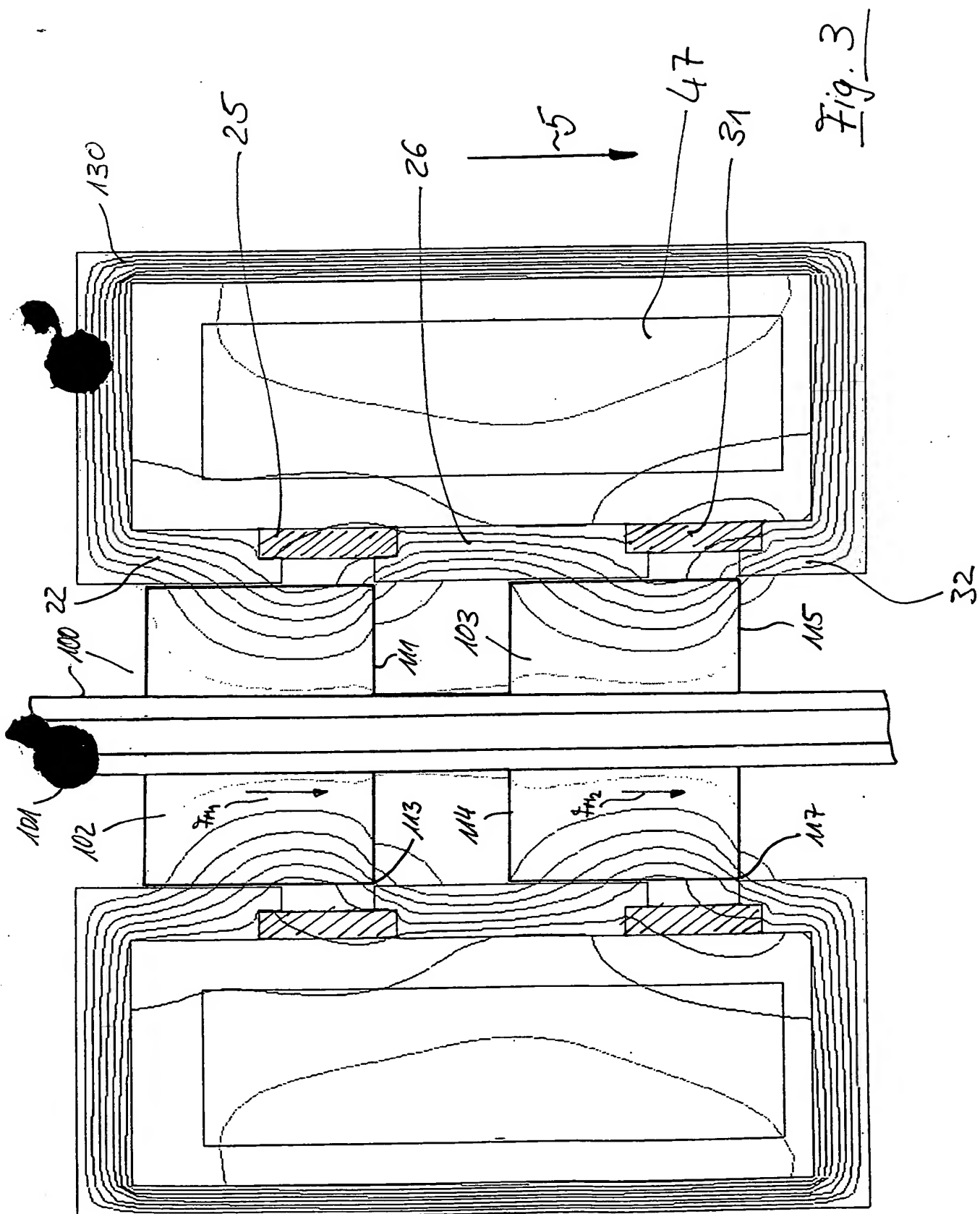


Fig. 2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**